

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1937

THÈSE

N°

49

POUR

LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

(MENTION MÉDECINE)

PAR

Lala RASAMOELY

Né le 3 avril 1906, à Tananarive (Madagascar)

Ancien Interne des Hôpitaux

Médecin Sous-Inspecteur de l'A. M. I. de Madagascar

Electro-Radiologiste de la F. M. P.

LES

**RAYONS DE GRANDE LONGUEUR D'ONDE
ET LEUR ACTION SUR L'ŒIL**

Président : M. A. STROHL, Professeur

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1937

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1937

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

(MENTION MÉDECINE)

PAR

Lala RASAMOELY

Né le 3 avril 1906, à Tananarive (Madagascar)

Ancien Interne des Hôpitaux

Médecin Sous-Inspecteur de l'A. M. I. de Madagascar

Electro-Radiologiste de la F. M. P.

LES

**RAYONS DE GRANDE LONGUEUR D'ONDE
ET LEUR ACTION SUR L'ŒIL**

Président : M. A. STROHL, Professeur

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

JOUVE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, RUE RACINE, 15

1937

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	ROUVIERE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	R. DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie médicale et générale	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	ABRAMI
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	Maurice VILLARET.
	LOEPER.
Clinique médicale	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNÉO.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	MARION.
	BRINDEAU.
Clinique d'accouchements	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	MOCQUOT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGEANT.
Clinique de la tuberculose	BEZANÇON.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
Cardiologie clinique	LAUBRY
	MULON.
Professeurs sans chaire	OLIVIER.
	VERNE.

II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

AMELINE..... Pathologie chirurgicale.
 BARIÉTY..... Pathologie médicale.
 BÉNARD (H.) .. Pathologie médicale.
 BERNARD (E.). Pathologie médicale.
 BESANÇON (J.). Hydrologie.
 BOULIN Pathologie médicale.
 BULLIARD Histologie.
 CATHALA Pathologie médicale.
 CHEVALLIER .. Pathologie médicale.
 COSTE..... Pathologie médicale.
 DOGNON Physique.
 FEY Urologie.
 FUNCK Pathologie chirurgicale.
 GALLIARD Parasitologie.
 GASTINEL Bactériologie.
 DE GAUDART D'ALLAINES.. Pathologie
 chirurgicale.
 DE GENNES ... Pathologie médicale.
 GAYET Physiologie.
 GIROUD Histologie.
 HAGUENAU ... Pathologie médicale.
 HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
 HAZARD Pharmacologie.
 HUGUENIN ... Anatomie pathologique.
 JOANNON Hygiène.
 LABBÉ (Henri).. Chimie biologique.

MM.

LACOMME Obstétrique.
 LANTUÉJOUL .. Obstétrique.
 LAROCHE (G.).. Pathologie médicale.
 LELONG..... Pathologie médicale.
 LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 M^{lle} J. LÉVY.... Pharmacologie.
 LÉVY-VALENSI. Neurologie et Psychiatrie.
 MÉNÉGAUX ... Pathologie chirurgicale.
 MOLLARET.... Pathologie médicale.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET.. Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 OBERLING Anatomie pathologique.
 PETIT-DUTAILLIS.. Pathologie chirurgi-
 cale.
 PIÉDELIEVRE .. Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 RENARD..... Ophtalmologie.
 RICHET Physiologie.
 SANNIE Chimie biologique.
 SÈNÈQUE Pathologie chirurgicale.
 TROISIER Pathologie expérimentale.
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

POUR LE SERVICE DES EXAMENS

MM.

ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT.. Physiologie.

MM.

LEROUX Anatomie pathologique.
 NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.
 PHILIBERT..... Bactériologie.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

MM.		MM.	
ALAJOUANINE.	} Clinique médicale.	BASSET.	} Clinique chirurgicale.
AUBERTIN.		BROCQ.	
BRULÉ.		CADENAT.	
CHABROL.		GATELLIER.	
CHIRAY.		HEITZ-BOYER.	
DONZELOT.		MOURE.	
DUVOIR.		QUENU.	
LIAN.		SCHWARTZ.	
VALLERY-RADOT		VELTER.	
(Pasteur).			
SÉZARY.			

MM.	
ÉCALLE.	} Clinique obstétricale.
GUÉNIOT.	
LE LORIER.	
LÉVY-SOLAL.	
METZGER.	

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé	Éducation physique.
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.
PHILIBERT, agrégé.....	Microbiologie.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.
RUPPE	Stomatologie.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE DE MES GRANDS-PÈRES

RAINIMAROSANDY

Intendant général de la Reine Ranavalona I^{re}

RAINIZAFIMANGA

Sous-Secrétaire d'Etat aux Affaires Etrangères
de la Reine Ranavalona III

A MON PÈRE

RASAMOELY RAINIZAFIMANGA

Officier d'Académie
Président de la Section indigène
de la Délégation financière de Madagascar

*A qui je dois tout, en témoignage de ma
reconnaissance et de ma tendresse.*

A MA MÈRE

A MA FEMME

A MES FILLES

A MES BEAUX-PARENTS

A MES FRÈRES

A MES SOEURS

A MES AMIS

A TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS

A MON MAITRE

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ R. HAZARD

Professeur agrégé de Pharmacologie
à la Faculté de Médecine de Paris

*Il m'a, depuis deux ans, témoigné d'une
inlassable et paternelle affection. J'ai trouvé
en lui, non seulement un maître mais
aussi un grand cœur, une bienveillance et
une bonté peu communes.*

*Puisse-t-il trouver ici une modeste mais
sincère expression de ma gratitude et de
mon dévouement.*

A MON MAITRE

M. LE PROFESSEUR A. STROHL

Professeur de Physique médicale
à la Faculté de Médecine de Paris
Membre de l'Académie de Médecine

*Qui m'a fait le grand honneur d'accepter
la présidence de cette thèse.
Hommage respectueux.*

A MON MAITRE

M. LE PROFESSEUR PAUL CARNOT

Officier de la Légion d'honneur
Professeur de Clinique médicale
à la Faculté de Médecine de Paris
Membre de l'Académie de Médecine

*Qui a voulu m'accueillir dans son labo-
ratoire où j'ai pu réaliser le présent tra-
vail.*

A MON MAITRE

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ A. DOGNON

Professeur agrégé de Physique Médicale
à la Faculté de Médecine de Paris

*Qui a inspiré et guidé ce travail.
Mes sentiments de grande gratitude
pour le solide enseignement recueilli dans
son laboratoire et pour les précieux con-
seils puisés de son enseignement.*

A MON MAITRE

M. LE DOCTEUR MAWAS

Directeur du Laboratoire d'Ophtalmologie
de l'Ecole des Hautes Etudes au Collège de France
Directeur scientifique de la fondation A. de Rothschild
Officier de la Légion d'honneur

*Hommage profondément reconnaissant
pour l'aide précieuse qu'il m'a apportée
dans l'accomplissement de ce travail.*

A MES MAITRES

LES PROFESSEURS,
LES PROFESSEURS AGRÉGÉS
DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

A MES MAITRES

LES MÉDECINS ÉLECTRO-RADIOLOGISTES
DES HOPITAUX DE PARIS

A MON MAITRE

M. LE DOCTEUR LEDOUX-LEBARD

Officier de la Légion d'honneur
Chargé de Cours de Radiologie clinique
à la Faculté de Médecine de Paris

A MON MAITRE

M. LE DOCTEUR GUÉNAUX

Officier de l'Instruction publique
Licencié ès sciences
Electro-Radiologique de l'Hôpital Trousseau

A MON MAITRE

M. LE MÉDECIN GÉNÉRAL DE T. C. THIROUX

Commandeur de la Légion d'honneur

A MON MAITRE

M. LE DOCTEUR FONTOYNONT

Officier de la Légion d'honneur
Ancien directeur de l'Ecole de Médecine de Tananarive
Membre correspondant de l'Académie de Médecine

*En témoignage de ma profonde grati-
tude pour leur enseignement.*

A M^{lles} PURLAULY ET CHALMEL

Souvenir toujours reconnaissant.

LES RAYONS DE GRANDE LONGUEUR D'ONDE ET LEUR ACTION SUR L'ŒIL

Les rayons mous.

Dès le début de l'étude thérapeutique des Rayons X, on avait déjà construit des tubes spéciaux dont la paroi de verre, extrêmement mince, livrait passage aux rayons de grande longueur d'onde.

Depuis quelques années, particulièrement dans les pays de langue allemande, les rayons de grande longueur d'onde ont acquis une large place dans la thérapeutique moderne. En France, MM. Dognon, Belot, Cotenot, Saidman, J. Meyer, Ceccaldi et Heinz-Berger en ont fait des essais d'utilisation

L'idée d'appliquer ces rayons mous obtenus sous une tension de 15 à 20 kv. à la cure de certaines dermatoses serait due à Frank Schultz, et ce n'est que plus tard, grâce à la découverte d'un verre spécial par les frères Lindemann, par conséquent grâce à l'emploi d'un matériel plus perfectionné que Bucky a pu utiliser des rayons sous une tension de 5 à 10 kv.

Bucky a donné à ces rayons le nom de Rayons-Limite, nom impropre, car actuellement, on peut en obtenir de plus longs. Les autres auteurs les appellent rayons de Bucky, nom aussi impropre, car Villard et Schultz les avaient étudiés avant lui.

Production des rayons mous.

Les tubes à rayons mous.

Ce sont des tubes thermoélectroniques dont le vide doit être poussé aussi loin que possible.

Le caractère qui différencie ces tubes de ceux utilisés en radiologie habituelle est la constitution toute spéciale de leur fenêtre d'émission, nécessitée par la très faible pénétration du rayonnement. Pour des raisons mécaniques, le diamètre de la fenêtre ne dépasse guère 3 cm. et de ce fait, son champ de rayonnement se trouve réduit.

Deux variétés de tubes sont employées : les uns, scellés sont surtout adoptés pour l'usage thérapeutique, tandis que les autres, démontables s'adaptent beaucoup mieux aux expériences de laboratoire.

TUBE DE DAUVILLIER. — C'est un tube à anticathodes interchangeables (Mg, Al, Fe, etc.). La fenêtre est une feuille de cellophane de 0,02 mm. d'épaisseur ; le diamètre de cette fenêtre est de 40 mm. Pour éviter les inconvénients de l'hydratation de la fenêtre, qui dépend de l'état hygrométrique de l'air, Dauvillier a verni les pellicules sur leurs deux faces en les trempant dans

une solution alcoolique étendue de gomme-laque. Un très léger vernissage de 0,005 mm. suffit pour réduire considérablement l'usure du filament. La cathode incandescente se compose d'un boudin circulaire en fil de tungstène ayant la longueur et le diamètre du filament des cathodes Coolidge.

D'après la remarque de MM. Dognon et Massa, il était difficile d'exiger de ce tube un service régulier et stable, tout à fait exempt de difficultés et d'interruptions inopportunes, car l'anticathode se recouvrait rapidement d'une couche de tungstène évaporé du filament, en sorte que la nature de l'anticathode était pratiquement indifférente.

Un des obstacles les plus ennuyeux qu'avait à vaincre le praticien était la rupture de la fenêtre en cellophane, due à un échauffement excessif. Cette rupture assez fréquente était attribuée par Saïdman à l'émission thermique du filament incandescent. M. Dognon croit qu'il s'agit plutôt de l'action des électrons. En tout cas, ce phénomène ne se produit que lorsqu'on emploie une haute tension ; il s'accroît d'ailleurs avec cette dernière. C'est surtout au centre de la fenêtre que la destruction est maxima.

TUBE GÉNÉRATEUR DÉMONTABLE. — Avec ce tube, on peut se proposer deux buts : ou bien on se livre à des études purement biologiques avec lesquelles on peut se permettre de ne disposer que de fenêtre de diamètre restreint (quelques millimètres), ou bien, on demande pour l'usage thérapeutique des fenêtres de plusieurs

centimètres de diamètre au voisinage immédiat desquelles les surfaces cutanées à traiter peuvent être placées ; en effet, l'absorption de ces rayons mous dans l'air est suffisante pour diminuer de beaucoup l'intensité du rayonnement.

On a cherché à construire un tube mobile et démontable, où filament et fenêtre puissent être rapidement changés et qui puissent fonctionner très longtemps sans incidents. On peut augmenter le rendement par divers artifices de construction et par l'emploi d'une tension constante.

La partie anodique en cuivre se présente sous la forme de deux troncs de cône inégaux accolés par leur sommet. Le grand cône représente l'anticathode, le petit reçoit l'extrémité du verre pyrex qui supporte la pièce cathodique. Une chemise à circulation d'eau en assure le refroidissement. La base du cône anticathodique est évasée en une surface annulaire plane, sur laquelle repose un anneau de caoutchouc découpé dans une chambre à air.

La fenêtre est en aluminium ; l'épaisseur minima que l'on peut employer est $15\ \mu$; il est toutefois très difficile de trouver des feuilles de cette épaisseur ne présentant pas des trous ; cela est au contraire facile avec une épaisseur de 25 à $30\ \mu$. La fenêtre, soutenue par une grille, est appliquée contre la surface de caoutchouc, par l'intermédiaire d'un anneau métallique vissé. L'étauchéité ainsi réalisée est excellente et obtenue à tout coup si l'on prend soin de graisser légèrement l'anneau de caoutchouc et d'appliquer

sans plis la feuille d'aluminium. Le changement de fenêtre est très rapide.

La partie cathodique se compose d'un tube de verre pyrex dont l'une des extrémités s'ajuste dans le petit cône de la pièce anodique ; elle y est scellée, une fois pour toutes à la picéine. Sur l'autre extré-

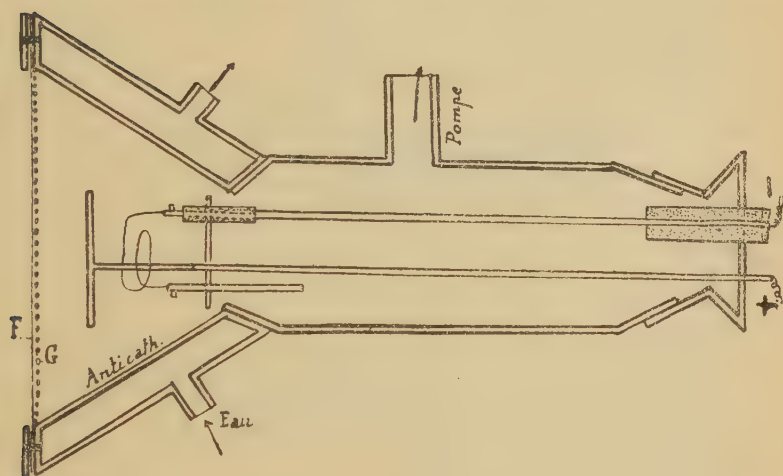


FIG. 1.

mité, par l'intermédiaire d'un rodage conique, graissé, repose le support de la cathode, tube de pyrex comportant une double traversée de tungstène pour le chauffage du filament.

Filament. — La forme du filament et la structure de la pièce de fixation ont subi diverses modifications. On a d'abord utilisé le filament en boudin circulaire, puis le filament en spirale conique pour adopter finalement le filament en boudin de tungstène à spires

rapprochées, facile à faire sur un mandrin cylindrique de 2 mm. de diamètre et simplement enfilé par ses extrémités sur les tiges d'amenée du courant. Un disque de protection est supporté par deux tiges placées dans un plan perpendiculaire à celui du filament. On obtient ainsi un foyer annulaire à deux encoches diamétrales, mais alors la fabrication et la mise en place sont effectuées très rapidement, et le tube peut entrer de nouveau en fonctionnement en cas d'incident.

Le tube est en communication avec la pompe hélicoïdale de Holweck par l'intermédiaire d'un rodage graissé qui permet sa mobilisation dans tous les sens, et d'un raccord qui comporte un diverticule latéral fermé par un bouchon rodé, destiné à recevoir une nacelle d'anhydride phosphorique, indispensable pour absorber la vapeur d'eau dont l'évacuation est impossible sans cela.

Pour l'expérimentation, on a employé un tube d'une construction différente et présentant 3 fenêtres de 1 cm. de diamètre et une anticathode interchangeable en fer ou en chrome.

TUBE DE MÜLLER. — Le tube de Müller possède une anticathode en fer chromé ; elle est de forme conique et entoure la cathode qui en occupe l'axe. C'est le seul tube scellé dont l'anticathode ne soit pas en tungstène.

TUBE DE BUCKY ET TUBE DE SIEMENS. — Ces tubes sont construits sur le même principe. Ils sont munis

d'une anticathode en tungstène disposée de la même manière que dans les tubes utilisés en radiologie dentaire et dont la cathode est reliée à terre. Le foyer est punctiforme.

Cependant, dans le tube de Bucky, le tungstène est brasé sur une masse de cuivre, corps bon conducteur de la chaleur, dont le refroidissement est assuré par une circulation d'eau ; alors que dans le tube de Siemens,

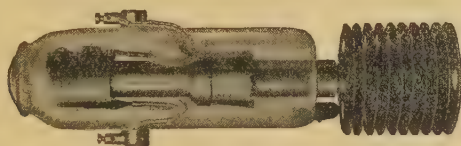


FIG. 2. — Tube de Siemens.

le tungstène est brasé sur molybdène dont le refroidissement se fait par circulation d'air, analogue au refroidissement du tube à Rayons X type standard.

Dans ces deux tubes on se sert comme fenêtre du verre de Lindemin, verre spécial alcalin, transparent, où le silicium du verre ordinaire est remplacé par le bore, le sodium par le lithium et le calcium par le glucinium ; le verre, à cause de sa fragilité, doit être protégé spécialement.

Mesure du rayonnement.

Comme pour les rayons de Röntgen, les rayons mous peuvent être mesurés en qualité et en quantité.

Mesures qualitatives.

Plusieurs procédés sont employés pour mesurer qualitativement les rayons émis par le tube : les plus importants sont :

1° SPECTROSCOPIE. — Il est facile de construire un spectrographe spécialement bien adaptable à l'étude de ce rayonnement suivant le schéma classique de l'appareil à mica courbe.

2° VOLTMÈTRE ÉLECTROSTATIQUE. — Il nous renseigne sur la tension qui est bien définie s'il s'agit d'une tension constante, et qui est la tension moyenne s'il s'agit d'une tension alternative.

La connaissance de cette tension permet de fixer la longueur d'onde minima dans le spectre par application de la relation bien connue d'Einstein : $\frac{12350}{V}$, mais il est très important de signaler que la répartition de l'énergie dans le spectre n'est nullement indiquée de cette façon, car elle dépend dans une proportion énorme de la forme de la tension, de la filtration et de la nature de l'anticathode ; nous en parlerons plus loin.

Nous ne parlerons du voltmètre placé sur le circuit primaire que pour signaler le peu de confiance qu'il faut lui accorder.

3° SPINTERMÈTRE. — Le spintermètre permet de savoir la longueur d'étincelle équivalente. Le volt-

mètre électrostatique peut très facilement être remplacé par un spintermètre à boules à condition que l'écartement des boules soit connu au $1/10^e$ de millimètre (ce qui est facile); on peut ainsi déterminer une tension maxima avec une approximation de l'ordre de 5 %.

L'intérêt des rayons que nous étudions est de ne provoquer aucune lésion durable de la peau. Cette propriété est liée à leur faible pénétration. Cette pénétration, elle-même, dépend d'une manière extrêmement stricte des 3 conditions que nous allons étudier, et qui, pour cette raison, sont très importantes à connaître. Leur méconnaissance peut entraîner de graves mécomptes dans l'emploi de ce procédé thérapeutique.

A. *Nature de l'anticathode.* — La nature de l'anticathode intervient d'une façon bien connue. Au fond continu se superposent des raies caractéristiques à partir d'une tension déterminée par la relation d'Einstein et dont l'intensité croît d'une manière à peu près proportionnelle à $V - V_0^{\frac{3}{2}}$ en appelant V la tension appliquée au tube et V_0 la tension d'excitation des raies. L'intensité relative des raies par rapport à celle du fond continu est d'autant plus grande que le poids atomique de l'anticathode est plus faible. Le rapport $\frac{\text{raie caractéristique}}{\text{fond continu}}$ dépend aussi de la tension d'excitation. Il atteint un maximum où $T = 4 v_0$ à peu près.

Les anticathodes qui sont pratiquement d'un emploi thérapeutique avantageux sont le fer ($1,9 \text{ \AA}$) et le chrome ($2,3 \text{ \AA}$). Malheureusement l'emploi des raies caractéristiques qui est très avantageux au point de vue du rendement, n'est guère possible qu'avec des tubes démontables parce que le métal de l'anticathode se recouvre rapidement d'une couche de tungstène qui change les propriétés d'émission.

B. *Filter*. — On a à considérer :

a) LA FILTRATION SÉLECTIVE : On sait qu'un élément présente un maximum de transmission qui peut être très accentué par les radiations mêmes qu'il est capable d'émettre et celles de longueur d'onde un peu supérieure. Il y aurait donc intérêt à constituer la fenêtre du tube par un filtre sélectif approprié (fer, nickel, ferro-chrome), ce qui permettrait d'augmenter un peu la tension d'excitation sans risque de voir apparaître dans le spectre des radiations trop courtes.

b) FILTRATION NON SÉLECTIVE : En pratique, la *filtration est toujours non sélective*. La fenêtre du tube ainsi que l'air interposé entre la fenêtre et la région à irradier a pour effet d'affaiblir les radiations de grande longueur d'onde et d'augmenter la proportion relative de radiations de courte longueur d'onde ; c'est pourquoi, il faut réduire les filtres au minimum en employant des fenêtres aussi transparentes que possible et en plaçant la surface à irradier au voisinage de celles-ci.

C. *Conditions d'excitation des anticathodes.* — Si on utilisait uniquement des radiations caractéristiques, la tension d'excitation n'aurait aucune importance ; en réalité, même dans le cas où l'on utilise des anticathodes capables de donner un rayonnement caractéristique important (fer-chrome), il y a toujours une proportion non négligeable de radiations de courte longueur d'onde du fond continu, proportion importante qui peut être fortement augmentée par toute filtration non sélective. Dans ce cas comme dans celui où l'on n'emploie que le fond continu (tungstène), il est essentiel, si l'on veut éviter toutes lésions permanentes de la peau, de limiter les longueurs d'onde à une certaine valeur bien déterminée. L'expérience a montré que ces lésions permanentes n'existaient jamais lorsque la tension d'excitation du tube ne dépassait pas 10 kv.

Quand on excite le tube avec une tension alternative directement produite par un transformateur, il faut donc limiter à 10 kv. la tension mx. Dans ces conditions, le rendement est évidemment beaucoup moins bon que lorsqu'on excite le même tube sous une tension de 10 kv. continu, c'est pourquoi il est préférable d'employer un dispositif de tension constante pour l'excitation du tube. Ce qui permet pour une tension fixée d'abaisser le temps de pose, ou bien pour un temps de pose donné, d'abaisser la tension d'excitation et par conséquent d'éviter la présence des radiations trop pénétrantes pouvant provoquer des lésions définitives de la peau.

Mesures quantitatives.

IONOMÉTRIE. — Les mesures quantitatives ne peuvent s'effectuer correctement qu'au moyen de chambres d'ionisation qui sont ici d'un type spécial en raison de la très faible pénétration du rayonnement. Elles peuvent être de deux types : ou bien la chambre est faite d'une boîte dans laquelle le rayonnement est absorbé d'une façon importante de sorte que le courant d'ionisation est assez intense pour être mesuré au galvanomètre ; ou bien elle se compose d'une boîte très plate comportant une large fenêtre d'entrée en aluminium ou en or battus, suffisamment mince (inférieur à un micron), pour que l'on puisse supposer l'absorption du faisceau négligeable comme cela se passe dans les chambres d'ionisation habituelles. En tout cas, il n'est pas difficile de définir en unités « r » internationales la quantité de rayonnement absorbée par les couches les plus superficielles du tissu irradié. Mais il est très important de remarquer que l'intensité du rayonnement diminue extrêmement vite avec l'épaisseur traversée et que, pour cette raison, la dose ainsi mesurée n'a pas une grande signification physiologique ; mais les mesures gardent leur signification physique, et permettent en particulier l'étude de la pénétration du rayonnement.

Grâce à l'énergie considérable absorbée dans la chambre, la mesure du courant d'ionisation peut s'effectuer aisément avec un galvanomètre ordinaire,

ce qui permet la mesure facile de l'énergie absolue W du rayonnement. On a en effet sensiblement :

$$W = i \times 35,10^7 \text{ ergs par seconde (} i \text{ en ampère).}$$

Dans le cas particulier envisagé où le rayonnement est complètement absorbé par une épaisseur de tissu de quelques dizaines de microns, la mesure absolue de l'énergie incidente comme le remarque Dauvillier est plus logique que la mesure en unités « r », d'ailleurs difficile à réaliser ici, et à laquelle, on ne peut guère passer que par un calcul indirect.

En résumé, l'unité « r » correspond à une certaine quantité d'énergie absorbée par *unité de volume* de tissu, tandis qu'ici, on ne peut guère se proposer que de mesurer *l'énergie incidente* comme dans le cas de rayons ultra-violets par exemple, dont la pénétration est du même ordre de grandeur. Une dose donnée de rayonnement incident correspond d'ailleurs au niveau des couches profondes de l'épiderme à une quantité de rayonnement très variable parce que les couches cornées dont les épaisseurs peuvent être très différentes absorbent déjà une proportion importante de rayonnement comme on va le voir plus loin.

CELLULES PHOTO-VOLTAÏQUES. — On a signalé aussi comme possible et commode l'usage des cellules photo-voltaïques (ou à couche d'arrêt) qui sont sensibles aux rayons X comme à la lumière et fournissent dans les conditions usuelles de l'emploi des rayons mous des courants de l'ordre du $1/10^e$ de microampère.

L'absorption.

La détermination du degré d'absorption des rayons de grande longueur d'onde est un des objets les plus importants des méthodes directes de mesure du rayonnement. Il est essentiel, en effet, de caractériser le rayonnement quant à sa pénétration moyenne. Dans ce but diverses matières ont été essayées, air, papier, os, chair, muscles, divers métaux, mais d'après les recherches faites, la cellophane et l'aluminium semblent donner les résultats les plus corrects. L'aluminium en effet peut donner des feuilles d'épaisseur uniforme de 0,01 mm. Habituellement on emploie les feuilles de 0,0125 mm. d'épaisseur, mais pour éviter les erreurs, il faut que le métal soit pur et que les feuilles ne présentent aucun trou.

Bucky a représenté l'absorption des différents rayons mous obtenus sous des tensions variables par des courbes en se servant de l'aluminium et en utilisant l'ionomètre, muni d'une fenêtre d'entrée en or battu qui ne présente aucune absorption appréciable pour des rayons émis sous une tension de 5 kv. Il a employé le tube de Müller à une distance de 9 cm. 6. Les tensions employées étaient successivement 4, 5, 6, 8, 10 et 12 kv. (10 MA) ; courant alternatif.

Nous reproduisons ci-après le tableau fait par Bucky donnant au millimètre d'aluminium des qualités variables sous différentes tensions et à des distances de 4 et de 20 cm. entre la fenêtre et la

chambre, c'est-à-dire de 9,5 cm. et de 26,6 cm. du foyer à la chambre.

Tension en kv.	4 cm. de distance de la fenêtre à la chambre MM.	20 cm. de la fenêtre à la chambre MM.
4	0,007	
5	0,0125	
6	0,0175	0,0195
8	0,0250	0,0315
10	0,0335	0,0435
12	0,0400	0,0610

Ces résultats obtenus par l'auteur sont, sous tension alternative, différents de ceux obtenus par M. Dognon en France avec une tension constante.

Absorption dans la peau de l'homme.

L'étude de l'absorption dans la peau des rayons mous est d'une importance capitale en thérapeutique. Cette absorption est sensiblement la même que dans l'eau et dans la cellophane. On détermine souvent en Allemagne la *couche de demi-absorption* (H. W. S.) pour caractériser la puissance de pénétration du rayonnement.

Frank a déterminé théoriquement l'absorption moyenne dans différents tissus : muscles, épiderme, tissus cellulaires sous-cutanés, d'après leur composition chimique. C'est de ces bases qu'est parti Bucky pour évaluer la couche de demi-absorption dans l'eau, dans les tissus et dans l'aluminium. Les valeurs obtenues sont d'ailleurs variables suivant la nature

des tissus irradiés et les différentes conditions physiologiques et physiques.

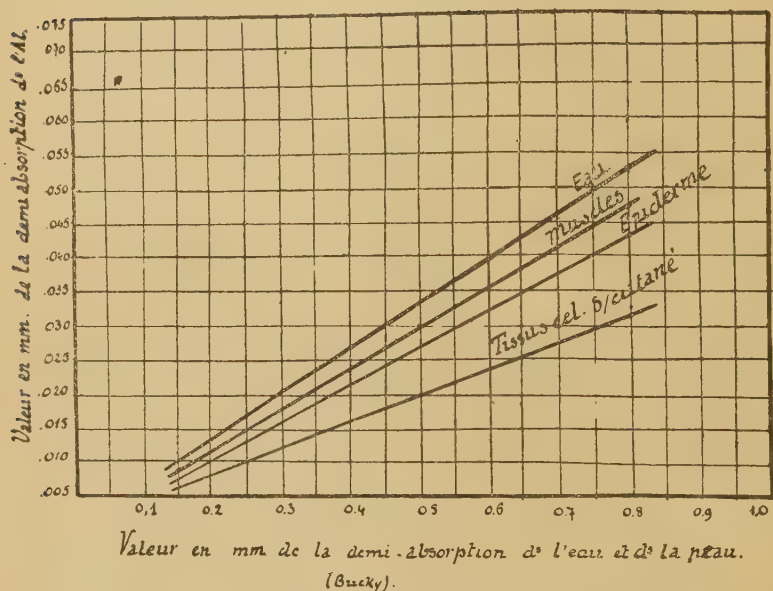


FIG. 3. — Graphique. Couche de 1/2 abs. (Bucky).
Al., eau, muscles, épider., tiss. cell. sous-cutané.

Le graphique et le tableau suivant (Bucky) montrent la valeur de demi-absorption dans l'eau, dans la peau et dans l'aluminium.

Tension kv. altern.	Al. mm.	Eau mm.	Muscles peau mm.	Epid. mm.	Tissus cell. sous-cutanés
4	0,0070	0,12	0,13	0,14	0,20
5	0,0125	0,20	0,22	0,24	0,33
6	0,0175	0,28	0,31	0,34	0,46
8	0,0250	0,39	0,43	0,47	0,64
10	0,0335	0,52	0,57	0,62	0,86
12	0,0400	0,62	0,68	0,74	1,02 (Bucky)

Connaissant ainsi la couche de demi-absorption de l'aluminium, on peut approximativement évaluer la couche de demi-absorption de divers constituants de la peau.

EXEMPLE : sous 10 kv. alt. la couche de demi-absorption de l'aluminium est de : $0,03\% = \lambda = 1,7 \text{ \AA}$; on n'a qu'à se reporter au tableau et au graphique pour évaluer théoriquement les couches de demi-absorption d'eau ou de muscles équivalents. Ce tableau et ce graphique montrent théoriquement que sous 10 kv. :

60 % du rayonnement mou traversent..	0,5 mm.
37 % du rayonnement mou traversent..	1 mm.
14 % du rayonnement mou traversent..	2 mm.

Sous 6 kv. alt. :

38 % traversent.....	0,5 mm.
14 % —	1 mm.
2 % —	2 mm.

Frank et Rajewsky ont trouvé à peu près les mêmes chiffres. Ces chiffres sont aussi variables comme nous l'avons dit avec la forme du courant. En France, Dognon, travaillant avec des anticathodes de fer ou de chrome, agissant surtout par leurs radiations caractéristiques et sous une tension constante, a obtenu un rayonnement monochromatique ; il a obtenu sous une même tension et en égales qualités, un rendement de beaucoup supérieur, ou bien il a obtenu le même rendement sous une tension beau-

coup plus basse. Il a employé la cellophane, matière pratiquement équivalente du tissu humain pour déterminer l'absorption du rayonnement.

Pour le rayonnement du chrome. Tension constante : 10 kv ; I = 10 MA. coefficient massique d'absorption $\frac{\mu}{\rho}$ de la cellophane : 40 environ (épaisseur 90 microns).

Cela donne, comme valeurs de l'intensité transmise à travers des épaisseurs différentes :

Epaisseur de la cellophane mm.	Transmission	Absorption
0,05 mm.	810 p. 1.000	190 p. 1.000
0,10	670	330
0,15	548	452
0,20	449	551
0,40	201	799
0,60	90	910 (Dognon)

Nous remarquons en comparant les deux tableaux précédents (Bucky et Dognon) une grosse différence entre les rendements ou les qualités du rayonnement suivant la forme du courant.

Appareils générateurs.

La tension employée pour le fonctionnement de l'appareil peut être alternative ou constante. Cette dernière semble présenter de plus gros avantages.

Quand on emploie la tension constante, on peut se

contenter d'un vide moins poussé dans le tube qu'avec une tension alternative. Le rayonnement est plus intense et homogène. Pour obtenir des intensités de courant égales, la tension constante permet un chauffage moindre du filament, ce qui diminue son usure et, de plus, recule la limite d'apparition de l'ionisation par choc qui arrive à se produire par le chauffage élevé du filament et qui restreint le régime maximum de fonctionnement.

La tension constante permet d'obtenir, si l'on fixe une pénétration moyenne, une intensité de rayonnement beaucoup plus élevée ; exemple : A 4 kv. continue, on a une pénétration totale plus faible qu'avec 3 kv. alternatif efficace et l'intensité est 2,2 fois plus élevée. .

TENSION CONSTANTE.

Le dispositif d'alimentation est constitué par un générateur à tension constante. Il comporte un transformateur 10.000 volts avec autotransformateur et rhéostat pour le réglage. Deux Kénotrons type T. S. F. de 125 MA, 1.200 volts (type Fotos).

Un condensateur de 1 microfarad.

Un voltmètre électrostatique sur le circuit secondaire mesurant les tensions.

Une résistance d'au moins 1.000 ohms interposée sur le circuit de haute tension ; cette résistance est indispensable pour éviter la détérioration du milliampèremètre sous l'effet des décharges brusques du con-

densateur qui est inévitable quand le vide n'est pas suffisant dans le tube.

Un milliampèremètre.

Pour obtenir les rayons mous, il faut travailler sous

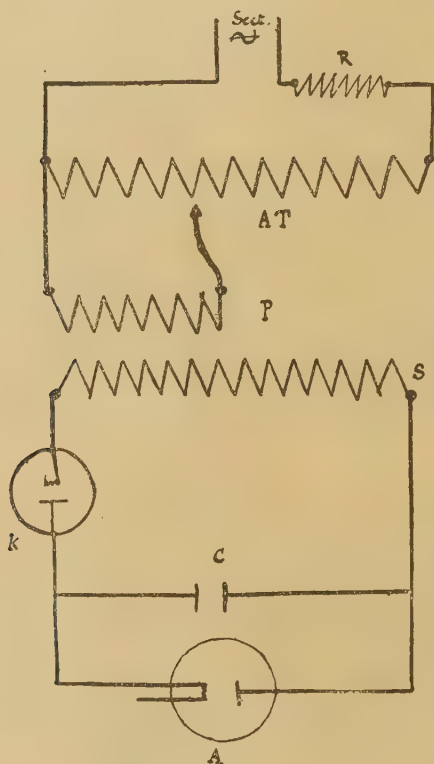


FIG. 4. — Générateur à tension constante.

une tension de 8 à 12.000 volts avec une intensité de 10 à 15 MA.

Cette installation, dont le régime habituel de fonctionnement est autour de 8 kv., 15 MA-25 MA, donne un rendement bien supérieur à celui du tube de Bucky.

TENSION ALTERNATIVE.

Tous les appareils dont on se sert actuellement en thérapeutique fonctionnent sous une tension alternative (Bucky-Siemens).

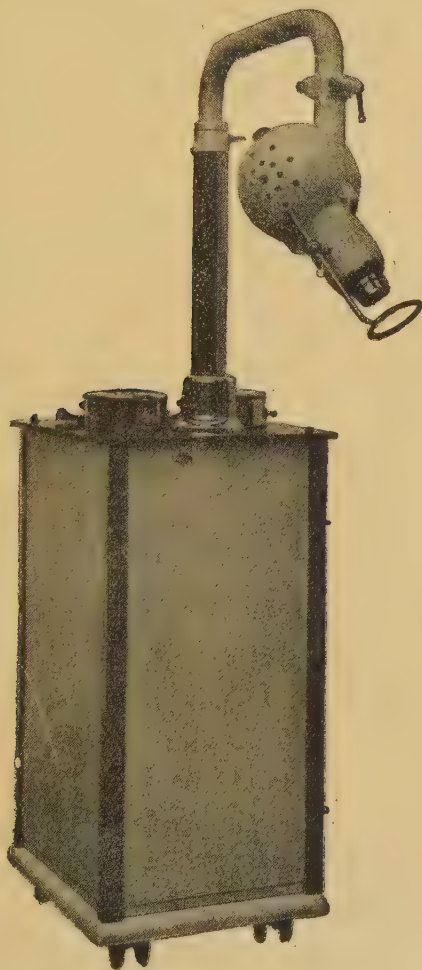


FIG. 5. — Appareil monobloc Massiot.

Au cours de ces dernières années, Massiot avait entrepris la construction d'un générateur sur la commande du professeur Zimmern quelque temps avant que son activité ne soit suspendue par la maladie.

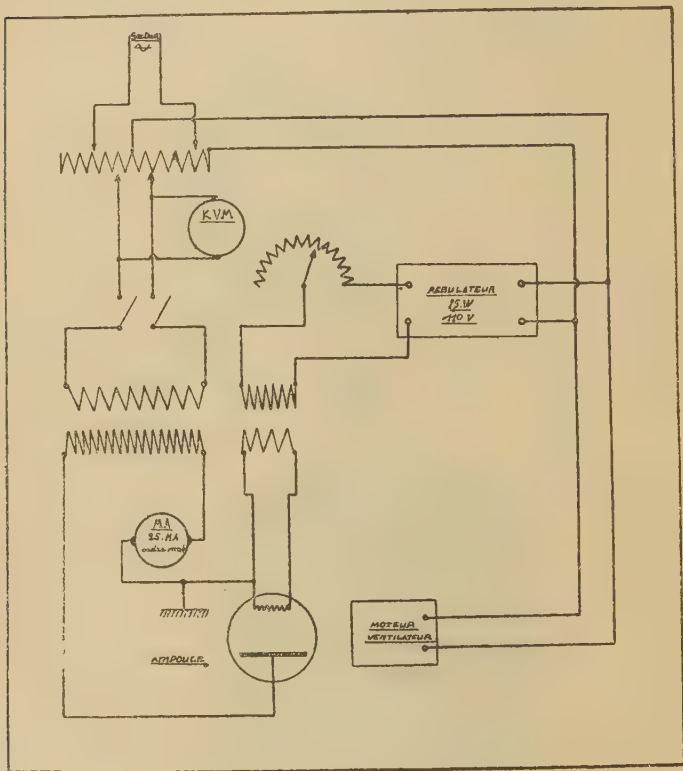


FIG. 6. — Schéma de montage de l'appareil de Massiot.

L'appareil se compose d'un pupitre à roulette surmonté d'un tableau de commande. De ce tableau émerge une colonne télescopique qui sert de support à un bras porte-ampoule, orientable en tous sens. Au bout du bras est fixée une cupule également orientable.

Cette cupule en aluminium protège le tube de tout contact accidentel et s'oppose au rayonnement dispersé.

Le tableau de commande comporte les appareils de mesure, un kilovoltmètre et un milliampèremètre avec deux commutateurs servant au réglage progressif de la tension et de l'intensité.

A l'intérieur du pupitre se trouvent : un transformateur élévateur de tension avec pôle à terre, un stabilisateur de chauffage assurant un débit permanent de l'ampoule et enfin un ventilateur assurant le refroidissement du tube au travers du bras porte ampoule.

Le générateur de Massiot forme ainsi un appareillage du type monobloc. Son rendement serait un peu inférieur à celui d'un appareil à tension constante, mais ce rendement est stable et largement suffisant pour l'usage thérapeutique. La protection électrique est absolue ; la cupule est douée d'une grande mobilité ; le champ est aisément réglable par un diaphragme iris ; les réglages de la tension sont précis et progressifs.

Comme tube, Massiot utilise celui de Siemens.

Nous donnons page 30 le schéma de cet appareil.

Action biologique sur l'épiderme.

L'action du rayonnement sur l'épiderme est extrêmement intense et des applications de quelques secondes peuvent suffire à provoquer de l'érythème.

Saidman, utilisant le tube de Dauvillier, l'a également noté. Ces érythèmes ont la caractéristique de n'évoluer que très lentement alors qu'ils apparaissent quelques heures après l'application. Si la dose est assez faible, l'évolution est très lente et n'atteint son maximum d'intensité qu'au bout d'un mois environ. Mais si la dose est suffisante, le maximum de rougeur est atteint en quatre à six jours. Nous avons fait des expériences sur nous-même et avons constaté les faits suivants :

Avec une irradiation de deux minutes à 10 kv. - 15 MA (tension constante) nous avons remarqué sur la partie irradiée (face interne de l'avant-bras gauche) au bout de quatre heures le commencement d'un érythème : ni douleur, ni sensation de brûlure, ni prurit. La peau a été irradiée le 6 juin 1936 ; au bout de quatre jours apparut un petit œdème au niveau de la partie irradiée ; le 13 juillet, cette partie de 7 mm. environ de diamètre ainsi que la partie environnante dans un rayon de 1 cm. devenaient le siège d'un prurit très intense ; à la palpation : douleur de moyenne intensité. Vers le 23 juillet, la douleur et le prurit ont diminué d'intensité et ne survenaient plus que par des sortes de crise. Vers la fin du mois de juillet, ces phénomènes ont complètement disparu, mais la pigmentation était toujours intense. De très fines desquamations se sont produites, et le 9 août, le centre avait subi une dépigmentation et devenait plus luisant, tandis que la partie périphérique était encore pigmentée. Cette pigmentation persiste jusqu'à ce jour.

DEUXIÈME CAS : Tout au début de nos expériences nous avons oublié de mettre des gants, ce qui exposait la face dorsale des extrémités du pouce et de l'index gauche aux rayons mous ; après une trentaine de secondes le rat sur lequel nous expérimentions a bougé, et nous étions obligé de suspendre momentanément l'expérience. Nous avons profité de cette interruption pour mettre des gants (en peau ordinaire) avant de reprendre les expériences. Nous n'avons rien constaté sur ces régions lorsqu'au bout d'une vingtaine de jours, nous avons remarqué une pigmentation au niveau des parties exposées. Notre peau au niveau de ces endroits, assez pigmentés, empêchait-elle de bien distinguer l'érythème ? La dose était-elle insuffisante pour ne produire que la pigmentation ? Nous ne le savons.

Seuil d'érythème.

Le seuil d'érythème est très difficile à déterminer car avec les faibles doses, son apparition demande plusieurs jours. Saïdman déclare même que cet érythème peut ne pas apparaître alors que la pigmentation apparaît d'emblée ; cette conception n'est pas admise par tous les auteurs mais l'expérience faite sur nous-même et que nous venons de noter semble le prouver.

D'autre part, les diverses régions ne réagissent pas également aux rayons, probablement à cause de la variabilité de l'épaisseur de la peau ; la face anté-

rière de l'avant-bras est plus sensible que la face postérieure.

D'après Bucky, une dose de 100 r. ne produit aucune modification cutanée apparente, mais la peau examinée à la lumière de Wood perd sa fluorescence bleutée normale.

— Une dose de 200 r. entraîne au bout de quelques semaines une certaine pigmentation.

— Une dose de 300 r. produit des réactions de premier degré, l'érythème apparaît au bout de six à vingt jours ; la peau subit une desquamation pityriasique en fines lamelles et pigmente ; la pigmentation disparaît au bout de deux à trois mois sans laisser aucune trace.

A des doses plus élevées, c'est la réaction de 2^e degré, un peu d'œdème, des phlyctènes laissant des croûtes. La peau s'exfolie en masse. La durée des réactions est de deux à trois semaines. Il n'en reste aucune trace.

Réactions de 3^e degré, avec une ulcération précoce qui apparaît trois ou quatre jours après l'irradiation. Cette ulcération atteint d'emblée son maximum d'intensité et se cicatrise au bout de trois à quatre semaines, sans laisser aucune trace. Il est à remarquer que les atrophies et les télangiectasies sont exceptionnelles et que l'épilation n'a jamais été signalée, mais que la pigmentation peut persister plusieurs mois après.

Jean Meyer a obtenu à peu près les mêmes résultats.

La sensibilité de la peau malade diffère de celle de la peau saine. En général, elle est moindre pour les petites doses. Cela s'explique, peut-être, par le fait que l'érythème est moins apparent sur des dermatoses et que les rayons étant concentrés sur la lésion, la peau saine périphérique reçoit des doses moindres.

Chez les noirs, les rayons mous provoqueraient, au lieu d'un érythème, une dépigmentation. L'érythème serait masqué par la coloration de la peau.

Pour G. M. Mackée, la dose d'érythème varie de 200 à 300 r. et même à 500 r. (0,036 mm. d'aluminium). Il déclare avec raison que l'altitude (pression atmosphérique) a une certaine influence.

Action des rayons de grande longueur d'onde sur les cheveux et les poils

Le faible pouvoir pénétrant des rayons mous est un de leurs principaux avantages sur les Rayons de Röntgen. La plupart des auteurs sont d'accord pour déclarer qu'ils *ne provoquent jamais une épilation*, chez l'homme, même à des doses qui sont capables de produire des ulcérations assez intenses. Nous pouvons affirmer que chaque fois qu'il y a une lésion durable et une épilation, c'est que la tension d'excitation du tube dépassait la valeur qu'il faut employer.

D'après l'expérience que nous avons faite sur nous-

même, nous n'avons pas constaté la moindre chute de poils malgré les réactions assez intenses de la peau.

En irradiant les rats, nous avons fait les remarques suivantes : nous avons centré les radiations sur l'œil, les parties environnantes n'étaient pas protégées. Au quatrième jour, la paupière était œdématiée, la chute du poil commençait le septième et huitième jour pour être complète vers le douzième jour.

Frappé par ce fait en discordance avec ce qui précède, nous avons repris l'expérience sur un autre rat. La durée d'irradiation fut de deux minutes. La partie irradiée siégeait au niveau du flanc. Nous avons coupé au ras le poil à ce niveau. Au bout du quatrième jour, le rat a eu un commencement d'épilation. Nous n'avons pas remarqué d'œdème. Le douzième jour, apparut une profonde ulcération qui s'est cicatrisée au bout de vingt-trois jours environ ; les poils ont repoussé déjà dès le dix-huitième jour de l'irradiation sur les zones cicatrisées. Ces mêmes constatations ont été faites sur d'autres rats.

Cette différence d'action sur l'épiderme humain et celui du rat pourrait être attribuée à des différences histologiques. Chez ce dernier, la couche cornée n'existe pratiquement pas ; l'épaisseur de la peau du flanc est de 2 mm. ; la profondeur du bulbe pileux par rapport à la surface cutanée est de 300 microns ; la longueur intérieure du poil, qui est oblique, est de 600 microns ; chez l'homme, au contraire, la couche cornée qui est épaisse d'une centaine de μ jouerait

déjà, en quelque sorte, le rôle d'un filtre ; de même la profondeur du bulbe et la longueur intérieure des poils sont plus élevées.

Cependant MM. Saïdmann et Cahen ont déclaré que la moitié du rayonnement émis par le tube passe à travers le lambeau de la peau (épiderme, derme et couche graisseuse sous-cutanée) ; par conséquent les vaisseaux et capillaires sont atteints.

Les valeurs de transmission données dans le tableau de la page 25 montrent bien, également, que la transmission au niveau du bulbe pileux et de l'assise génératrice est élevée et atteint 50 à 60 %. Cependant, quelle que soit la dose, il n'y a pas chez l'homme d'épilation ou de lésion permanente de la peau. Il ne semble pas, par conséquent, que chez le rat, les lésions cutanées observées soient imputables à la faible épaisseur de la couche cornée, et qu'il s'agisse d'une simple question d'absorption. Nous pensons que l'innocuité spéciale (pour la peau humaine) des rayons émis au-dessous de 10 kv. est beaucoup plus attribuable à une « spécificité » d'action dont l'origine reste à trouver, qu'à la faible valeur de la pénétration. De même sur la peau du rat, nous pensons que les lésions sont dues à une sensibilité spéciale de la peau, et non à la faible épaisseur de la couche cornée.

C'est devant ce résultat des mesures d'absorption que Saïdman et Cohen ont jugé que les rayons de 1 à 2 Å, habituellement utilisés, pouvaient être dangereux, et ont préconisé l'emploi de rayons de longueur d'onde plus grande. Mais comme nous l'avons déjà

souligné, nous n'avons jamais vu de lésion durable avec des radiations émises sous 10 kv. dont la longueur d'onde minima est de 1,2 Å.

Superposition des irradiations.

Cependant les rayons mous sont capables de produire quelques ennuis quand on les emploie sans prudence et spécialement lorsque la tension d'excitation du tube est un peu trop élevée.

La superposition des irradiations peut être l'origine des accidents cutanés, mais qui sont loin d'équivaloir à ceux que produisent les rayons de Röntgen.

On a remarqué qu'une peau déjà irradiée modérément et présentant un érythème devient plus sensible. Il faudrait un délai de quatre mois environ avant de faire une nouvelle irradiation.

Rayons de Röntgen et Rayons mous. — Une application de Rayons de Röntgen avant quatre mois sur une région ayant été soumise aux rayons mous peut produire des lésions cutanées pouvant aller jusqu'à l'ulcération.

Rayons mous et ultra-violet. — MM. Dognon et Massa ont étudié les effets de la superposition des rayons mous et ultra-violets en irradiant 4 champs semblables : 1 et 2 ayant reçu des doses égales d'ultra-violets, et 3 et 4 des doses égales de rayons mous. Les

champs 3 et 2 se recouvrent partiellement : la partie commune montre un érythème nettement plus intense, persistant beaucoup plus longtemps que l'érythème du champ 1.

Il s'agirait donc là d'une sensibilisation par l'un des rayonnements vis-à-vis de l'autre.

Les rayons mous en ophtalmologie.

HISTORIQUE.

Dès 1904, des ophtalmologistes et des radiologistes s'étaient mis à étudier l'action des Rayons de Röntgen sur l'œil, mais ils étaient loin de se mettre d'accord à ce sujet.

En 1904, Birch Hirschfeld avait irradié l'œil d'un lapin adulte, il déclarait avoir constaté des lésions, non seulement sur le segment antérieur de l'œil, mais aussi sur la rétine et la choroïde, l'iris présentait, disait-il, un gonflement, et il remarquait en outre, des altérations des cellules pigmentées, des lésions vasculaires, une atrophie papillaire, une dégénérescence des cellules ganglionnaires de la rétine avec vacuolisation, rétractions cellulaire et nucléaire.

En 1908, Belley, Lafargue et Tribondeau démontraient que la rétine ne présentait aucune altération et que les lésions signalées par Birch Hirschfeld n'étaient que des erreurs à la suite d'une mauvaise technique dans l'examen histologique.

De 1905 à 1908, Belley avait déclaré que l'œil adulte est insensible aux Rayons X aux doses usuelles, alors que l'œil jaune irradié est le siège de lésions

plus ou moins graves suivant les doses administrées.

En 1909, Guglianiti disait que les Rayons X n'ont pas d'effet oxydant sur la rétine ni sur la migration rétinienne.

Chalupecki irradiait l'œil d'un lapin adulte ; il n'avait constaté que des lésions du segment antérieur, la rétine et le cristallin restaient indemnes.

Von Hippel, après avoir irradié le ventre d'une lapine pleine, remarquait que le jeune lapin présentait une cataracte.

En résumé, nous pouvons conclure que les Rayons X non filtrés sont nocifs pour l'œil et que les lésions siègent particulièrement sur le segment antérieur, elles consistent en radiokératites dont l'intensité varie avec les doses données.

Malgré les mesures prises pour la filtration des rayons de Röntgen, on ne peut pas être sûr de pouvoir en limiter l'action sur les parties superficielles du globe oculaire. Et devant ce fait, le professeur Terrien s'exprimait ainsi au cours de son rapport de 1919 : « Je ne pense pas, disait-il, que la radiothérapie, à l'heure actuelle puisse s'appliquer aux affections proprement dites du globe oculaire, et en particulier aux kératites et aux taies de la cornée. »

Depuis cette époque, de grands progrès ont été réalisés dans la technique radiologique et particulièrement dans la méthode des mesures quantitométriques.

En dehors des applications des Rayons X dans les tumeurs malignes, Salvatori et Harzio (1928) ont

publié une statistique montrant les heureux résultats de la radiothérapie dans d'autres affections du globe oculaire, et notamment dans les kératites ulcéreuses, kératites parenchymateuses, uvéites, conjonctivites printanières et trachomes.

Les rayons mous.

Depuis quelques années, les rayons de grande longueur d'ondes sont entrés dans la thérapeutique oculaire.

Le très faible pouvoir pénétrant de ces rayons doit nécessairement les rendre inoffensifs pour le segment postérieur de l'œil et en rend facile et sans danger l'application.

Gasteiger et Krasso ont étudié leur action sur l'œil. Des expériences faites sur l'œil du lapin ont démontré que l'application des doses nuisibles pour la cornée ne provoquent aucune lésion du cristallin.

Avec des rayons dont la demi-absorption dans l'aluminium est de 0,025 mm. à des doses de 4.000 r., ils observent un processus nécrotique du stroma de la cornée, qui aboutit en partie à la *restitutio ad integrum*. Le tiers antérieur de la cornée s'opacifie en forme de disque. En appliquant la même dose, mais de 0,031 mm. de demi-absorption dans l'aluminium, ils obtiennent une nécrose de la couche superficielle de la cornée. Sept jours après la tuméfaction de la cornée, l'examen histologique a montré la formation d'une cicatrice ; vers le quatre-vingt-dizième jour, il

ne reste plus qu'une toute petite partie de la cornée opaque, le reste est absolument transparent.

Nous avons fait des essais de ces rayons sur l'œil du rat à l'Hôtel-Dieu, dans les Laboratoires du Professeur Carnot sous la direction du Professeur agrégé Dognon. Les examens histologiques ont été faits par le Dr Mawas à la fondation A. Rotschild.

La technique d'irradiation est à peu près la même que celle adoptée par Krasso ; mais comme générateur, nous avons un appareil à tension constante qui au point de vue rendement et à qualités égales est bien supérieur à l'appareil à tension alternative, nous y avons insisté dans la partie physique. Le rat est un animal assez commode pour ces expériences car on peut lui provoquer facilement et sans inconvénient une exophtalmie passagère, facilitant l'irradiation, mais c'est un animal fragile vis-à-vis de l'anesthésie générale ; il est anesthésié à l'éther avec précautions pour éviter l'asphyxie pendant l'irradiation. La paupière est protégée par un diaphragme en carton ordinaire. Tension constante : 10 kv. 10 MA, anticathode de fer. Distance 10 cm. Durées variables.

Observation I (2624).— Anesthésie à l'éther. Technique habituelle. Durée de l'irradiation : soixante secondes. Rien d'anormal à l'examen direct, au niveau du globe oculaire jusqu'au vingtième jour, date du prélèvement :

Résultat histologique : une très légère réaction du côté de la conjonctive et de la cornée.

Observation II (2622). — Technique habituelle ; durée deux minutes : rien de particulier sur l'œil jusqu'au onzième jour (date de prélèvement).

Résultat histologique : légère réaction inflammatoire de la cornée.

Observation III (2619). — Technique habituelle ; durée trois minutes. Vers le neuvième jour : réactions inflammatoires de la paupière, œdème augmentant jusqu'au douzième jour, disparaissant enfin vers le dix-neuvième jour. Chute des poils (paupière et peau environnante) vers le douzième jour. Tous les poils ont repoussé vers le vingt-cinquième jour. Du côté du globe oculaire rien de particulier jusqu'au quarante et unième jour (prélèvement de l'œil).

Examen histologique : aucune différence entre l'œil témoin et l'œil irradié.

Observation IV (2621). — Technique habituelle. Durée quatre minutes. Vers le septième jour, légère opacité de la cornée à l'examen direct ; prélèvement le onzième jour :

Résultat : O. D..., irradié : œdème et gonflement de la cornée. Infiltration leucocytaire intense (lymphocytes et polynucléaires). Pas d'ulcération. Conjonctive épaissie et un peu œdématiée.

Observation V (2620). — Technique habituelle. Durée six minutes.

Jusqu'au vingtième jour, rien de particulier sur le globe oculaire. Réactions inflammatoires habituelles de la paupière (œdème, infiltration, épilation, repousse des poils, etc.) ; prélèvement le vingt-septième jour.

Résultat : très forte infiltration leucocytaire (polynucléaires) dans presque toute la cornée de l'œil irradié ; témoin : rien.

Observation VI (2618). — Technique habituelle. Durée six minutes. Rien de particulier à l'examen direct jusqu'au quarante-huitième jour, date du prélèvement. Réactions inflammatoires habituelles de la paupière. Epilation, etc.

Résultat histologique : la conjonctive est infiltrée d'un grand nombre de leucocytes. Cette infiltration se poursuit dans la moitié de la cornée correspondante à cette partie de la conjonctive.

Observation VII (2623). — Technique habituelle. Durée huit minutes. Vers le cinquième jour : examen direct : blépharo-kérato-conjonctivite. Prélèvement le onzième jour.

Résultat : conjonctivite, œdème et déformation de la cornée. Infiltration considérable des lames cornéennes. Chambre antérieure remplie d'un liquide albumineux et contenant une grande quantité de globules blancs qui sont collés contre la face postérieure de la cornée.

Observation VIII. — Technique habituelle. Durée huit minutes. Le rat est conservé. Vers le quinzième jour, les réactions ont été aussi intenses que dans l'observation VII, ont diminué d'intensité vers le dix-neuvième jour pour disparaître complètement à l'examen direct vers le vingt-troisième jour. Nous voulons attendre plus longtemps avant de le soumettre à l'examen histologique.

Dans toutes ces expériences, quelles que soient les doses, aucune lésion de l'iris ni du cristallin n'a été

constatée. Cependant à des petites doses, les lésions histologiques de la cornée et de la conjonctive existent et persistent même assez longtemps.

ETUDE CLINIQUE. — Avec des rayons mous de 0,02 mm. d'al H. W. S., la dose usuelle pour le traitement des affections superficielles de l'œil est de 50 à 200 r.; dans les processus inflammatoires chroniques ou plus ou moins profondément situés, on donne des doses plus fortes.

MODE D'EMPLOI. — La dose totale peut être administrée en une seule séance ou en deux, quatre ou cinq séances dans un délai de deux à quatorze jours. Pendant le traitement, il faut suspendre toute autre médication. En présence d'iritis, certains auteurs préconisent en même temps l'emploi de l'atropine.

INDICATIONS. — Grâce à la facilité de leur administration et à l'absence de complications, les rayons mous seraient indiqués dans les affections suivantes :

- Ulcérations de la cornée,
- Erosions récidivantes de la cornée,
- Herpès de la cornée,
- Kératites filamenteuses et ponctuées superficielles (K. maculaire ou épithéliale).
- Infiltrations superficielles. Conjonctivites aiguës et chroniques.

Dans les cas graves de blépharites, dans le cas de petits chalazions, on a signalé d'heureux résultats.

Dans les grands chalazions, il y a une diminution remarquable du volume de la tumeur.

Dans les deux cas de grands ulcères serpiginieux signalés par Krasso, il a obtenu de bons résultats : un jour après l'irradiation il a remarqué une amélioration sensible : les douleurs ont cessé, la cornée devient plus transparente ; mais le deuxième jour, l'infiltration a repris une nouvelle extension ; il a pratiqué alors une cautérisation, ce qui n'a pas arrêté l'évolution de l'ulcère ; il a appliqué de nouveau des rayons mous et la guérison fut définitive. Le premier cas était à pneumocoques, et le second à diplocoques. Dans un troisième cas à pneumocoques, rebelle à la cautérisation, la radiothérapie a donné un bon résultat définitif à la dose de 18 à 31 r. On pourrait donc en conclure que : 1° les rayons mous sont sans danger pour les couches profondes de l'œil grâce à leur très faible pénétration ; 2° l'application en est tout à fait indolore ou même légèrement anesthésiante ; elle nécessite une durée très courte ; 3° On peut les prescrire chez l'enfant même en présence de blépharospasme. Dans le cas d'herpès de la cornée, l'anesthésie préalable n'est pas nécessaire.

Conjonctivites aiguës et chroniques.

L'application par petites doses des rayons mous dans les affections inflammatoires de la conjonctive est fort intéressante. Voici la technique adoptée par Krasso :

Malade en position couchée ; on irradie la conjonctive en deux temps : 1^o On commence par la conjonctive de la paupière inférieure, le malade tire en bas avec son index droit cette paupière, on lui dit de regarder en haut ; 2^o Conjonctive de la paupière supérieure, le malade tire en haut avec son petit doigt la paupière supérieure et il regarde en bas.

Distance focale : 10 cm. ; *Ouverture* : 28 mm.
Durée : trente secondes.

Tension : 10 kv. (alternative). *Intensité* : 10 MA.

Doses : conjonctivites aiguës :

Quantités en r.	Qualité en H. W. S.
27-87	0,0195 mm.
30-60	0,0179 —
64-80	0,0145 —

Conjonctivites chroniques :

55	0,0195 —
61-100	0,0179 —
88-99	0,0161 —
66-80	0,0145 —

Des variations pouvant atteindre 30 % sont permises. Mais les doses dépendent aussi de la sensibilité individuelle, de l'état de la vascularisation de la conjonctive. Il est donc prudent de commencer par de petites doses. Les formes chroniques peuvent nécessiter des doses plus fortes.

Nous reproduisons ci-après les statistiques publiées par Krasso :

CONJONCTIVITES AIGÜES. — 16 cas : 4 à pneumocoques, 2 à staphylococcus albus, les autres, cultures négatives.

Treize cas : résultats positifs : amélioration subjective immédiate ou vingt à vingt-quatre heures après l'irradiation, bientôt suivie d'une amélioration objective (tuméfaction, inflammation et sécrétions).

Cinq cas guéris après la première séance ; 2 cas après trois jours ; 1 cas après quatre jours ; 1 cas après cinq jours ; 3 cas après six jours et 1 cas treize jours après.

L'auteur a signalé dans 3 de ces 13 cas, des réactions inflammatoires survenues deux heures après l'irradiation, mais suivies d'une guérison.

CONJONCTIVITES CHRONIQUES. — Treize cas rebelles (germes divers) : Exagération des sécrétions. Sensations de brûlure et de picotement. Sensations de corps étrangers, etc. Un cas avait duré depuis dix ans avec blépharospasme ; un autre cas avec hypertrophie de la conjonctive ; 3 cas avec œdème de la paupière. Dans 6 cas : présence de pneumocoques ; 2 cas avec streptocoques ; 1 cas avec diplocoques et 4 cas avec staphylocoques.

Cinq cas n'ont nécessité qu'une seule séance ; 3 cas : 2 séances ; 4 cas : 3 séances ; 1 cas : 7 séances. Les séances sont espacées de 8 jours.

Résultat : 11 cas nettement améliorés.

Vingt-cinq cas sans germes ont été aussi irradiés, les résultats sont les suivants : 11 cas, disparition des

symptômes morbides ; 5 cas : améliorations subjective et objective ; 2 cas : amélioration subjective mais non objective ; 2 cas : amélioration objective mais non subjective ; 5 cas : rien.

**Ulcérations de la cornée. Ulcus rodens.
Formes graves de Mooren.**

Il s'agit ici, non seulement de formes bénignes des ulcères des bords de la cornée dont la guérison est de règle, mais aussi des formes à évolution grave, faisant penser aux ulcères de Mooren. Ces dernières s'écartent nettement de la forme bénigne et leur évolution est même tellement grave qu'elles deviennent dangereux pour le centre de la cornée.

La véritable forme classique de Mooren est exceptionnelle ; dans ce cas l'ulcération occupe une partie considérable de la périphérie de la cornée d'où elle part et progresse vers le centre. Elle fait saillie en bouton de chemise, entourée par un bord libre de chaque côté. Elle est rebelle à tout traitement. Pendant que l'ulcération progresse vers le centre, la partie périphérique se nettoie, et à ce niveau apparaît une cicatrice très mince au niveau de laquelle la cornée est transparente.

Dans une autre forme qu'on rencontre parfois, toute la périphérie de la cornée n'est pas envahie ; le bord libre n'est pas tout à fait net ; la thérapeutique habituelle peut donner de bons résultats, du moins en arrête la progression vers la partie centrale.

Quelles qu'en soient les formes, il ne faut pas oublier la possibilité de la transformation de ces ulcères d'allure bénigne en forme maligne. Junius, Schieck et Von Hippel en ont signalé des cas. Ces formes graves sont heureusement influencées par les rayons mous. Krasso en cite quelques cas :

1^{er} cas. — Malade âgé de 60 ans. Glaucome de l'œil droit depuis plusieurs années : il y a six semaines, a eu une angine après laquelle apparaissait sur l'œil gauche un ulcère du bord de la cornée qui guérit en trois jours. Quatre semaines après, réapparition sur le bord nasal de la cornée d'un ulcère de forme semi-lunaire, douloureux, avec un bord libre.

Les applications de gouttes, de compresses chaudes, de pommades ont produit une accalmie, mais l'ulcère continue à progresser. On a porté le diagnostic d'ulcus rodens. La cautérisation a été essayée et répétée deux fois : résultat passager ; un à deux jours après la cautérisation, réapparition de l'ulcère avec la même allure ; la vision cette fois-ci a baissé.

Examen : rougeur et tuméfaction de la paupière, douleurs vives, inflammation importante ; partie interne prise.

Traitement classique : aucun résultat.

Essai des rayons mous : pendant trois semaines : 7 séances espacées de quatre jours. Doses habituelles : 63 r. ; 0,02 mm. d'Al H. W. S. Tension 9 kv. (alternative). I : 10 MA ; distance 10 cm. ; fenêtre 28 mm.

Quatre heures après, réactions assez vives ; l'iris est irrité (compresses chaudes, hœmatropines).

Après la 2^e séance, de nouvelles réactions. Les jours suivants : une grosse amélioration.

Pour activer la cicatrisation et éviter les récidives, on a prescrit une 2^e série, puis cinq mois de repos ; enfin une 3^e série de 2 séances espacées de quatre jours : 199 r. plus 93 r., 0,016 Al. La cicatrice s'amincit et elle était complète, transparente et petite après quatorze mois.

2^e cas. — Une forme d'ulcère perforant (*ulcus rodens*) qui, malgré sa forme bénigne, se rapproche de la forme maligne. Dans un temps relativement court (quatre semaines environ), l'ulcère peut gagner presque la partie centrale de la cornée ; la progression du côté nasal est très rapide. L'acuité visuelle a beaucoup baissé. Traitement médical et chirurgical : aucun résultat.

Radiothérapie : doses : 27-63-106 r. 0,02 Al H. W. S. ; (Pas d'anesthésie préalable) ; durée : de quinze à vingt secondes. Technique habituelle. Résultat : bon.

3^e cas. — Progression rapide de l'infiltration du bord de la cornée vers le centre, mais ulcération superficielle

Radiothérapie : doses : 80-160 r., 0,0195 Al H. W. S. Technique habituelle. Résultat : guérison rapide.

4^e cas. — Ulcère caractérisé par sa résistance au traitement ; récidive depuis plusieurs mois ; impossible de porter le pronostic de malignité.

Radiothérapie : doses : 100 r., 0,0175 Al H. W. S. Technique habituelle Résultat : guérison en quelques jours.

5^e cas. — Forme plus grave, tout autre traitement : inefficace.

Radiothérapie : doses : 100 r., 0,0179 Al H. W. S. Technique habituelle. Résultat : amélioration.

6^e cas. — Ulcère s'écartant par son allure chronique de la forme grave. Mais impossibilité de prévoir une transformation maligne.

Radiothérapie : doses : 93-199 r., 0,016 Al. H. W. S. Technique habituelle. Résultat : guérison en quelques jours.

Il faut remarquer que, dans la majorité des cas, avant l'apparition de la forme maligne, on n'observait aucun symptôme net de malignité. Par exemple dans le 1^{er} cas, pendant quatre semaines, l'évolution était à bas bruit ; 2^e cas : deux semaines de guérison apparente, apparition de l'autre côté d'une forme grave ; 5^e cas, ulcération datant de 1 an.

Kératites parenchymateuses.

Ce sont les kératites interstitielles. L'inflammation de la cornée succède toujours à une infection générale de l'organisme. Dans l'immense majorité des cas la syphilis, et particulièrement la Σ H, est en cause. Elle constitue un élément de la triade de Hutchinson.

Franz Gnad déclare n'avoir obtenu aucun résultat favorable dans ces kératites interstitielles et signale même que les rayons mous sont capables de produire des lésions sur les organes profonds (les lésions étant assez profondes, il lui fallait probablement des doses assez fortes pour produire ces altérations de la cornée). Nous croyons que la kératite interstitielle étant surtout une manifestation d'une maladie générale, il faut commencer par guérir la cause, c'est-à-dire la syphilis dans beaucoup de cas.

SENSIBILITÉ DE L'ŒIL. — Les réactions de l'œil sont différentes vis-à-vis des rayons mous à doses et quantités égales suivant l'individu.

NOCIVITÉ DES RAYONS. — Quand les rayons sont administrés à des doses expérimentales de 4.340 à 22.000 r., la pénétration est de 1-2 à 3 mm. de profondeur ; mais malgré cela, ils sont loin de produire des désastres comme les rayons X de courte longueur d'onde.

En conclusion, il ne faut pas employer des doses fortes ; les petites doses fournissent d'ailleurs les résultats désirés. Les trop fortes doses peuvent aggraver les lésions.

Glaucomes.

Le glaucome est une affection de l'œil dans laquelle la tension intraoculaire qui est normalement de 18 à 28 mm. de Hg s'élève au-dessus de ces chiffres.

Des deux formes cliniques aiguë et chronique, c'est surtout la dernière qui nous intéresse.

Le glaucome chronique peut s'installer insidieusement et évoluer de telle sorte que les malades ne se décident à consulter le spécialiste ou le médecin que lorsque la vision d'un œil a disparu et que celle du second est compromise.

L'examen tonométrique de l'œil a une grande importance car c'est lui qui rend le diagnostic précoce. Une inégalité de tension des 2 yeux ou une tension supérieure à 28-30 mm. de Hg signalera à un

oculiste ou à un médecin averti la menace de l'hypertension chronique. Les principaux symptômes sont :

1^o LES MODIFICATIONS OPHTALMOSCOPIQUES. — *a*) Le poulx artériel, apparaissant au moment de la diastole, qui est caractérisé par l'interruption brusque de la colonne sanguine dans un segment de l'artère qui occupe habituellement la pupille ; *b*) Excavation et atrophie de la papille. Dans un stade plus avancé, cette excavation peut occuper toute l'étendue de la papille ; *c*) Halo : autour de la papille on constate un anneau blanc jaunâtre, conséquence de l'atrophie de la choroïde et de l'épithélium pigmenté de la rétine.

2^o TROUBLES FONCTIONNELS. — *a*) Champ visuel : rétréci d'abord du côté nasal, le côté temporal demeure longtemps indemne. La papille étant moins épaisse et moins riche en fibres nerveuses du côté temporal, l'atrophie commence d'abord de ce côté (d'où rétrécissement nasal du champ visuel). Scotomes : ce sont surtout des scotomes paracentraux ; *b*) Vision centrale : elle est longtemps respectée, mais à un stade avancé, l'acuité s'affaiblit et la cécité s'établit.

3^o TROUBLES CHROMATIQUES. — Il se produit une réduction régulière et proportionnelle de tous les champs, depuis le blanc jusqu'au vert.

4^o SENS LUMINEUX. — Il persiste longtemps. La diminution de la sensibilité rétinienne est surtout

marquée à la périphérie du champ visuel ; elle est proportionnelle au rétrécissement.

5° DIMINUTION D'AMPLITUDE D'ACCOMMODATION. — C'est une presbytie précoce.

Krasso a publié 8 cas de glaucomes chroniques traités par les rayons mous. Dans 7 cas, il a constaté un métabolisme basal diminué ainsi que le Ph sanguin. Dans les 8 cas, les fonctions de nutrition étaient sensiblement normales. Les examens endocrinologiques n'ont révélé aucun symptôme de contre-indication de la radiothérapie (goitre par exemple). Chez six malades seulement, on a constaté des troubles vaso-moteurs. Chez les deux autres, ils existaient mais à l'état fruste.

Technique de l'irradiation : l'auteur s'est servi d'un appareil de Müller avec un tube à plusieurs fenêtres qui permet de varier la qualité et la quantité du rayonnement.

Tension : 9 kv. (alternative) ; $I = 10 \text{ MA}$; 0,0175 mm. d'Al. Modification de dosage possible : 20 %.

Les accidents cutanés, même s'ils ont un aspect immédiat assez grave, sont toujours suivis d'une restitution *ad integrum*. Il est cependant plus prudent de prendre des mesures assez sérieuses, particulièrement pour les radiologistes qui manipulent fréquemment l'appareil ou s'exposent souvent aux rayons X en général (voir action rayons mous sur la peau).

Champs : en quatre segments qu'on irradie segment par segment, les trois autres sont protégés par une

lame de verre ordinaire de 1 mm. d'épaisseur. On irradie un segment par jour, et, le sixième jour, on irradie ensemble les quatre segments.

Précautions à prendre : le malade doit rester pendant une ou deux semaines à la clinique ou à l'hôpital. Il faut vérifier tous les jours la tension intra-oculaire avec ou sans myotique. Il faut continuer à surveiller le malade même longtemps après.

Observation I. — Glaucome chronique et myopie depuis l'enfance. Pas d'antécédents personnels. Nervosité depuis la guerre. En 1927, le malade a eu des perceptions de mouches volantes et une céphalée intense. Entré à la clinique le 4 octobre 1929 : Trépanation (Elliot) ; le lendemain, même état ; une semaine après : iridectomie. La tension intraoculaire gauche n'a pas été influencée.

O. D. : tension abaissée pendant un mois seulement.

30 octobre. — Céphalée tellement intense le matin qu'on ne peut toucher les cheveux du malade sans lui arracher des cris.

Trace de la trépanation ; chambre antérieure de profondeur moyenne ; iris atrophié ; petite hémorragie dans le champ supérieur ; légère pigmentation dans la superficie de l'iris. Champ visuel : rétrécissement concentrique pour le blanc et pour les autres couleurs ; le point aveugle est augmenté. Papille légèrement grise, limites peu nettes. Excavation normale. Scotomes paracentraux semi-lunaires. Tension : 33 mm. de Hg.

O. G. : extérieurement, même état. Trace de la trépanation. Papille légèrement rose, limites imprécises, excavation normale ; champ visuel : rétrécissement concen-

trique, 8 mm. blanc du côté temporal jusqu'à 30 et 50° du côté nasal. Champ visuel central non modifié. Epreuve à la fluorescéine négative ; tension 50 mm. de Hg. Examen interne : aortite ; Bordet-Wassermann négatif ; métabolisme basal + 50 %. Examen clinique : nervosité, troubles vaso-moteurs importants. Pas de contre-indication spéciale de la radiothérapie.

On a d'abord mis le malade en observation pendant deux mois et demi.

O. D. : 30 à 40 mm. de Hg.

O. G. : 40 à 50 mm. (montée parfois jusqu'à 60 mm.). Tension peu influencée par la pilocarpine ou par le collyre pilocarpine-ésérine. Deux heures après l'instillation on a remarqué que la tension a baissé jusqu'à 28 mm. de Hg.

18 janvier 1929. — Radiothérapie locale associée à l'irradiation totale et à l'instillation de collyre à la pilocarpine.

Doses : 50 à 200 r. ; la tension tombe à :

O. D. : 20 à 30 mm.

O. G. : 30 à 40 mm.

Pendant les 10 séances. Tension :

O. D. : 20 à 30 mm. (3 fois à 40 mm.).

O. G. : 30 à 45 mm.

Après les 10 séances : instillation quotidienne de pilocarpine.

O. D. : 20 à 26 mm., une fois 30 mm.

O. G. : 30 à 33 mm.

Après le traitement radiothérapique, le malade a continué pendant quatorze jours, les instillations de pilocarpine.

O. D. : 25 mm.

O. G. : 35 mm.

Après quelque temps :

O. G. : 25 à 27 mm. Le malade continue de temps en temps les instillations.

Il faut signaler qu'après la 7^e séance, les maux de tête ont complètement disparu, le malade devient plus calme, il dort bien et travaille normalement ; M. B. normal.

8 juin 1929. — L'état des deux yeux reste le même.

O. D. : champ visuel et vue inchangés.

O. G. : vue stationnaire, champ visuel périphérique inchangé ; limitation de 4^o pour 8 mm. de blanc. Point aveugle + 2^o dans toutes les directions.

En résumé, chez un malade atteint de glaucome chronique déjà opéré, la tension oculaire a remonté un mois après l'opération. Après 7 séances de radiothérapie (rayons mous) les troubles subjectifs ont disparu. Après 12 séances, la pilocarpine redevient active. Après 20 séances, la tension reste aux environs de 25 mm. de Hg après une seule instillation de pilocarpine.

Par instillation quotidienne, de pilocarpine, on peut maintenir à ce niveau la tension intraoculaire.

Observation II. — Un cas de glaucome chronique. Dix-sept séances de radiothérapie pendant sept semaines.

O. D. : iridectomie ancienne ; la tension tombe de 39 à 28-28 mm.

O. G. : n'a pas été opéré, radiothérapie : la tension tombe de 40-50 mm. à 25-35 mm. La vue reste inchangée malgré la modification de la tension.

Observation III. — Glaucom chronique. Mouches volantes.

O. D. opéré: tension : 30 à 40 mm. parfois 50 mm. de Hg.

O. G. non opéré. Tension : 40-60 mm. Pilocarpine : action pendant quelques heures seulement. Radiothérapie : 20 séances.

O. D. : la tension tombe jusqu'à 20 mm. de Hg. Sans pilocarpine.

O. G. : la tension tombe jusqu'à 30 mm. de Hg. Sans pilocarpine.

Avant le traitement, durée d'action de la pilocarpine dix-neuf heures. Après le traitement, la durée d'action est de vingt-quatre heures.

Observation IV. — Glaucome chronique avec vision de couleurs en arc-en-ciel.

O. D. : opéré, iridectomie : 35 à 40 mm. de Hg non influencé par la pilocarpine : 3 mois après la radiothérapie. Tension : 27 à 32 mm.

Observation V. — Glaucome chronique, 13 séances de radiothérapie : pas d'effet ; à l'examen on reconnaît qu'il s'agit d'un glaucome secondaire.

Observation VI. — Glaucome chronique influencé par les périodes menstruelles avec dysménorrhée, la tension I. O. monte à 35 mm. pendant les règles. Après la radiothérapie, les règles deviennent normales, la tension I. O. baisse.

Observation VII. — Glaucome chronique ; tension I. O. très élevée. M. B. normal. Après 38 séances : aucun résultat.

Observation VIII. — Glaucome chronique, céphalée intense, tension I. O. élevée.

12 séances de radiothérapie : la tension tombe :

O. D. : 24-27 mm.

O. G. : 15-24 mm.

On n'a pas eu recours à la pilocarpine. Après un effort intellectuel ou un chagrin, on remarquait que la tension remontait. Après la radiothérapie, on a signalé le retour à la normale des menstruations (2 ans après).

Nous remarquons donc d'après ces observations que les glaucomes chroniques sont influencés par les rayons mous ; les symptômes subjectifs et en particulier la céphalée, ainsi que la tension I. O. sont modifiés. Quant à la vue, elle paraît inchangée. Nous remarquons aussi un cas réfractaire au traitement. Cet échec est tantôt attribuable aux troubles endocriniens, tantôt à l'étiologie secondaire du glaucome.

Comment agissent les rayons mous dans les glaucomes ?

Les théories sur la pathogénie des glaucomes sont nombreux : théorie de l'hypersécrétion, de la rétention, théorie sclérale et la théorie vasculaire. Cette dernière paraît être la plus vraisemblable.

Quant à l'action des Rayons mous sur les glaucomes, les avis sont aussi partagés. Les théories récentes semblent se baser sur les modifications que les rayons apportent au milieu intérieur de l'organisme. Ce qui expliquerait l'action des rayons sur certaines maladies du tube digestif, de la peau, sur l'asthme, l'angine de poitrine, etc. Le métabolisme

basal subit une légère augmentation après une séance d'irradiation. On pourrait penser ainsi au rôle du système endocrino-végétatif dont le tonus tient sous sa dépendance la perméabilité des vaisseaux et secondairement la viscosité et la fluidité des liquides intra-oculaires.

Lœffler déclare qu'il y a une action des rayons mous sur le tonus du S. N. V. Il s'agirait ici des modifications de la perméabilité des membranes cellulaires et par conséquent un établissement d'un nouvel équilibre entre les ions K et Ca.

Bijchovskij, Anderson, Kolmann, ont constaté après une irradiation, une hypercalcémie et une hypokaliémie. Böhm et Spanvar ont noté qu'après irradiation, le taux de calcium a atteint celui du K (20 mgr.) et parfois l'a dépassé, tandis que ce dernier n'a pas changé.

On a étudié les taux de K et de Ca chez des malades avant et après l'irradiation. On croit que la radiothérapie tend à normaliser ces taux de K et de Ca : diminution du taux augmenté et relèvement du taux abaissé. On obtient alors un résultat favorable sur le tonus du S. N. V. Le rétablissement de l'équilibre entre l'ion H (calcium) et l'ion OH (K) entraîne infailliblement la disparition des symptômes du glaucome.

Conclusion.

Nous avons étudié dans ce travail les propriétés essentielles et les conditions optima de production des Rayons X de grande longueur d'onde dont l'intérêt pour la thérapeutique des affections superficielles est connu principalement depuis les travaux de Bucky.

Nous avons étudié plus spécialement leur action sur l'œil du rat que nous avons examiné macroscopiquement et par les méthodes histologiques. Nous avons constaté, comme on pouvait s'y attendre des lésions inflammatoires considérables de la cornée s'accompagnant d'une restitution complète et sans atteinte visible du cristallin et du segment postérieur ; accessoirement, nous avons observé des phénomènes d'épilation et d'ulcération cutanée que les rayonnements étudiés ne sont en aucun cas capables de produire chez l'homme.

Nous avons, enfin, rappelé les résultats jusqu'à présent acquis par l'emploi de ces rayons dans la thérapeutique ophtalmologique.

Vu : le Président de la thèse,

A. STROHL.

Vu : le Doyen,
ROUSSY.

Vu et permis d'imprimer :
le Recteur de l'Académie de Paris,
S. CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

1. *Kustner (H.)*. — Die dosierung der Buckyschen grenzstrahlen nach r einheiten mit dem eichstandgerät (Strahlentherapie. Bd XXVII, S. 124, 1928).
2. — Die dosierung der Buckyschen greuzstrahlen nach reinheiten mit dem eichtandgerät (Strahlentherapie. Bd XXX, S. 334, 1928).
3. *Bucky (G.)*, *Glasser (O.)*, *Becker (O.)*. — Grenzstrahlen-therapie.
4. *Glasser (O.)*. — The physical and clinical foundations of oversoft roentgenray (Grenz-ray) therapy (The american journal of radiology, XIX, p. 442, 1928).
5. *Gabriel (G.)*. — Physikalische und biologische untersuchungen über die sogenannte greuzstrahlung (Strahlentherapie Bd XXIV, S. 534, 1927).
6. — Weitere untersuchungen über die sogenannte greuzstrahlung (Strahlentherapie. Bd XXVI, S. 189, 1927).
7. *Rajewsky* und *Gabriel*. — Untersuchungen an sehr weichen röntgenstrahlen (Strahlentherapie. Bd XXX, S. 308, 1928).
8. *David* und *Gabriel*. — Kapillarmikroskopische untersuchungen über die tiefenwirkung der röntgenstrahlen. Bd. XVI, S. 333, 1924.
9. *Miescher (G.)*. — Das röntgenerythen (Strahlentherapie. Bd XVI, S. 333, 1924).
10. *Martenstein (H.)* und *Granzow-Irrgang (D.)*. — Ist die grenzstrahlentherapie nach Bucky vollkommen unge-

fährlich ? Physikalische untersuchungen (Strahlentherapie. Bd. XXVI, S. 162, 1927).

11. *Martenstein (H.)* und *Juon.* — Ist die grenzstrahlentherapie nach Bucky vollkommen unge fährlich? Biologische untersuchungen (Strahlentherapie. Bd XXVI, S. 177, 1927).
12. *Martenstein (H.)*. — Ewiderung auf die ausföhrungen Buckys « Ist die grenzstrahlentherapie vollkommen ungefährlich » (Strahlentherapie. Bd XXVIII, S. 633, 1928).
13. *Rottman.* — Zur kentniss der histologie der grenzstrohlene-rhythems (Strahlentherapie. Bd XXVII, S. 518, 1928).
14. *Schreus.* — Ist die grenz strahlentherapie der bischerigen oberfälchentherapie überlegen (Strahlentherapie. Bd XXVII, S. 514, 1928).
15. *Fuhs (H.)*. — Über die behandlung von hautkrankheiten mit Bychys grenzstrahlen (Strahlentherapie. Bd XXVI, S. 657, 1927).
16. — Über weiser indikationen für die Buckysgrenzstrahlen in die dermatologie (Strahlentherapie. Bd. XXVIII, S. 479, 1929).
17. *Dauvillier.* — C. R., t. CLXXXV, p. 1460, décembre 1927; Arch. d'électricité médicale, juillet 1928 ; J. de Radiologie et d'électrol., t. XIV, p. 57, janvier 1930.
18. *Holwech (F.)*. — C. R., t. CLXXXVI, p. 1203. avril 1928.
19. *Saidmann.* — C. R., t. CLXXXV, p. 1618, décembre 1927 et C. R., t. CLXXXVI. p. 184, janvier 1928 ; Bulletin de la Société de Radiologie, janvier 1930.
20. *Dognon et Massa.* — La production et l'utilisation biologique des rayons X de très grande longueur d'onde.
21. *Gasteiger (H.)*. — Effet des rayons dits limite sur les germes pathogènes de l'œil (Archiv. für Angenheilkunde, vol. 104, fasc. III et IV, 1931).
22. *Anlame.* — R. Klinische Monatsblätter für Angenheilkunde,

- 1931, t. LXXXVI, p. 473 (Archiv. nocive des rayons X et rayons de Bucky).
23. *Krasso (I.)*. — Anwendung und Dosierung von Buckys Grenzstrahlen (in Augen strahlentherapie, 36-56-360-8930).
24. — Die Beeinflussung des glaukoms durch Allgemeinbesstrahlungen mit Buckys Grenzstrahlen (Ztschr. f. Augenh. 69. 74-91, sept. 1929).
25. — Greuz strahlentherapie der conjonctivitis acuta und chronica catarrhalis (Ztschr. f. Augen. 75. 285-303. Nov. 1931).
26. *Krasso (I.) et Loeffler (A.)*. — Ueber den Gehalt des blutes bei glaukomkranken und seine Beeinflussung durch greuzstrahl (Arch. f. Augen. 106, 255-270, 1932).
27. *Krasso (I.)*. — Ueber bosartige Randgeschwure der Horschant (abortive formen des ulcus rodens) und deren Beeinflussung durch die grenzstrahlen (Ztschr. f. Augen, 77-182-219, 1932).
28. *Gnad (F.)*. — Ueber den erfolg der Röntgen and Bucky Strahlentherapie bei keratitis parenchymatosa (Klin. Monatsbl. f. augen h. 89 : 446-56, oct. 1932).
-

